

Rec'd PCT/PTO 12 MAY 2005

PCT/JP 2004/012679

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

07.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 9 月 1 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 2 1 0 4 9
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 2 1 0 4 9]

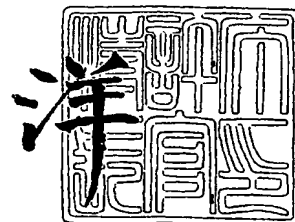
出 願 人
Applicant(s): 日本精工株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 5 年 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 2 2 9 2 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 NSK031115
【提出日】 平成15年 9月12日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 F16C 19/00
B60B 27/00
G01L 5/00

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 0 号 日本精工株式会社内
【氏名】 小野 浩一郎

【特許出願人】
【識別番号】 000004204
【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代理人】
【識別番号】 100087457
【弁理士】
【氏名又は名称】 小山 武男

【選任した代理人】
【識別番号】 100120190
【弁理士】
【氏名又は名称】 中井 俊

【選任した代理人】
【識別番号】 100056833
【弁理士】
【氏名又は名称】 小山 欽造

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 035183
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0117920

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ2列以上ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつ、少なくとも1対の列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして転動自在に設けられた転動体と、接触角の方向が互いに異なる1対の列の転動体の公転速度をそれぞれ検出する為の、少なくとも1対の公転速度検出用センサと、これら各公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する演算器とを備え、上記各列の転動体の接触角を互いに異ならせる事により、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りが、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係に及ぼす影響を低減した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 2】

回転輪が、軸方向外端部外周面に固設した回転側フランジに自動車の車輪を固定して、この車輪と共に回転するハブであり、軸方向内側の列の転動体の接触角が、軸方向外側の列の転動体の接触角よりも大きい、請求項1に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 3】

使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ2列以上ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつ、少なくとも1対の列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして転動自在に設けられた転動体と、接触角の方向が互いに異なる1対の列の転動体の公転速度をそれぞれ検出する為の、少なくとも1対の公転速度検出用センサと、これら各公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する演算器とを備え、この演算器は、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りに基づく、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係を表す式を組み込んでおり、この式に基づいて上記荷重を算出する事で、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りが、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係に及ぼす影響を低減した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 4】

回転輪が、軸方向外端部外周面に固設した回転側フランジに自動車の車輪を固定して、この車輪と共に回転するハブである、請求項3に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 5】

静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪が外輪相当部材であり、他方の軌道輪が内輪相当部材であり、各転動体が玉であり、この内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角が付与されている、請求項1～4の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【請求項 6】

演算器は、回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサから送り込まれる信号に基づいてこの回転輪の回転速度を求めると共に、各列の転動体の公転速度とこの回転速度との比に基づいて、静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する、請求項1～5の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受ユニットの荷重測定装置

【技術分野】

【0001】

この発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、例えば自動車、鉄道車両、各種搬送車等の移動体の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットの改良に関し、この転がり軸受ユニットに負荷される荷重（ラジアル荷重、アキシアル荷重）を測定し、上記移動体の運行の安定性確保を図る為に利用する。

【背景技術】

【0002】

例えば自動車の車輪は懸架装置に対し、複列アンギュラ型の転がり軸受ユニットにより回転自在に支持する。又、自動車の走行安定性を確保する為に、アンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールシステム（TCS）、更にはビークルスタビリティコントロールシステム（VSC）等の車両用走行安定装置が使用されている。この様な各種車両用走行安定装置を制御する為には、車輪の回転速度、車体に加わる各方向の加速度等の信号が必要になる。そして、より高度の制御を行なう為には、車輪を介して上記転がり軸受ユニットに加わる荷重（ラジアル荷重とアキシアル荷重との一方又は双方）の大きさを知る事が好ましい場合がある。

【0003】

この様な事情に鑑みて、特許文献1には、ラジアル荷重を測定自在な、荷重測定装置付転がり軸受ユニットが記載されている。この従来の第1例の荷重測定装置付転がり軸受ユニットは、ラジアル荷重を測定するもので、図17に示す様に構成している。懸架装置に支持される、静止輪であり外輪相当部材である外輪1の内径側に、車輪を結合固定する、回転輪であり内輪相当部材であるハブ2を支持している。このハブ2は、車輪を固定する為の回転側フランジ3をその軸方向外端部（軸方向に関して外とは、車両への組み付け状態で幅方向外側。本明細書及び特許請求の範囲全体で同じ。）に有するハブ本体4と、このハブ本体4の内端部（軸方向に関して内とは、車両への組み付け状態で幅方向中央側。本明細書及び特許請求の範囲全体で同じ。）に外嵌されてナット5により抑え付けられた内輪6とを備える。そして、上記外輪1の内周面に形成した、それぞれが静止側軌道である複列の外輪軌道7、7と、上記ハブ2の外周面に形成した、それぞれが回転側軌道である複列の内輪軌道8、8との間に、それぞれ複数個ずつの転動体9a、9bを配置して、上記外輪1の内径側での上記ハブ2の回転を自在としている。

【0004】

上記外輪1の軸方向中間部で複列の外輪軌道7、7の間部分に、この外輪1を直径方向に貫通する取付孔10を、この外輪1の上端部にほぼ鉛直方向に形成している。そして、この取付孔10内に、荷重測定用のセンサである、円杆状（棒状）の変位センサ11を装着している。この変位センサ11は非接触式で、先端面（下端面）に設けた検出面は、ハブ2の軸方向中間部に外嵌固定したセンサリング12の外周面に近接対向させている。上記変位センサ11は、上記検出面と上記センサリング12の外周面との距離が変化した場合に、その変化量に対応した信号を出力する。

【0005】

上述の様に構成する従来の荷重測定装置付転がり軸受ユニットの場合には、上記変位センサ11の検出信号に基づいて、転がり軸受ユニットに加わる荷重を求める事ができる。即ち、車両の懸架装置に支持した上記外輪1は、この車両の重量により下方に押されるのに対して、車輪を支持固定したハブ2は、そのままの位置に止まろうとする。この為、上記重量が嵩む程、上記外輪1やハブ2、並びに転動体9a、9bの弾性変形に基づいて、これら外輪1の中心とハブ2の中心とのずれが大きくなる。そして、この外輪1の上端部に設けた、上記変位センサ11の検出面と上記センサリング12の外周面との距離は、上記重量が嵩む程短くなる。そこで、上記変位センサ11の検出信号を制御器に送れば、予め実験等により求めた関係式或はマップ等から、当該変位センサ11を組み込んだ転がり

軸受ユニットに加わるラジアル荷重を求める事ができる。この様にして求めた、各転がり軸受ユニットに加わる荷重に基づいて、ABSを適正に制御する他、積載状態の不良を運転者に知らせる。

【0006】

尚、図17に示した従来構造は、上記転がり軸受ユニットに加わる荷重に加えて、上記ハブ2の回転速度も検出自在としている。この為に、前記内輪6の内端部にセンサロータ13を外嵌固定すると共に、上記外輪1の内端開口部に被着したカバー14に回転速度検出用センサ15を支持している。そして、この回転速度検出用センサ15の検知部を、上記センサロータ13の被検出部に、検出隙間を介して対向させている。

【0007】

上述の様な回転速度検出装置を組み込んだ転がり軸受ユニットの使用時、車輪を固定したハブ2と共に上記センサロータ13が回転し、このセンサロータ13の被検知部が上記回転速度検出用センサ15の検知部の近傍を走行すると、この回転速度検出用センサ15の出力が変化する。この様にして回転速度検出用センサ15の出力が変化する周波数は、上記車輪の回転数に比例する。従って、この回転速度検出用センサ15の出力信号を図示しない制御器に送れば、ABSやTCSを適切に制御できる。

【0008】

上述の様な従来構造の第1例の荷重測定装置付転がり軸受ユニットは、転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重を測定する為のものであるが、転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重を測定する構造も、特許文献2等に記載されて、従来から知られている。図18は、この特許文献2に記載された、アキシャル荷重を測定する為の荷重測定装置付転がり軸受ユニットを示している。この従来構造の第2例の場合、回転輪であり内輪相当部材であるハブ2aの外端部外周面に、車輪を支持する為の回転側フランジ3aを固設している。又、静止輪であり外輪相当部材である外輪1aの外周面に、この外輪1aを懸架装置を構成するナックル16に支持固定する為の、固定側フランジ17を固設している。そして、上記外輪1aの内周面に形成した複列の外輪軌道7、7と、上記ハブ2aの外周面に形成した複列の内輪軌道8、8との間に、それぞれ複数個ずつの転動体9a、9bを転動自在に設ける事により、上記外輪1aの内径側に上記ハブ2aを回転自在に支持している。

【0009】

更に、上記固定側フランジ17の内側面複数個所で、この固定側フランジ17を上記ナックル16に結合する為のボルト18を螺合する為のねじ孔19を囲む部分に、それぞれ荷重センサ20を添設している。上記外輪1aを上記ナックル16に支持固定した状態でこれら各荷重センサ20は、このナックル16の外側面と上記固定側フランジ17の内側面との間で挟持される。

【0010】

この様な従来構造の第2例の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、図示しない車輪と上記ナックル16との間にアキシャル荷重が加わると、上記ナックル16の外側面と上記固定側フランジ17の内側面とが、上記各荷重センサ20を、軸方向両面から強く押し付け合う。従って、これら各荷重センサ20の測定値を合計する事で、上記車輪と上記ナックル16との間に加わるアキシャル荷重を求める事ができる。又、図示はしないが、特許文献3には、一部の剛性を低くした外輪相当部材の振動周波数から転動体の公転速度を求め、更に、転がり軸受に加わるアキシャル荷重を測定する方法が記載されている。

【0011】

前述の図17に示した従来構造の第1例の場合、変位センサ11により、外輪1とハブ2との径方向に関する変位を測定する事で、転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する。但し、この径方向に関する変位量は僅かである為、この荷重を精度良く求める為には、上記変位センサ11として、高精度のものを使用する必要がある。高精度の非接触式センサは高価である為、荷重測定装置付転がり軸受ユニット全体としてコストが嵩む事が避けられない。

【0012】

又、上述の図18に示した従来構造の第2例の場合、ナックル16に対し外輪1aを支持固定する為のボルト18と同数だけ、荷重センサ20を設ける必要がある。この為、荷重センサ20自体が高価である事と相まって、転がり軸受ユニットの荷重測定装置全体としてのコストが相当に嵩む事が避けられない。又、特許文献3に記載された方法は、外輪相当部材の一部の剛性を低くする必要があり、この外輪相当部材の耐久性確保が難しくなる可能性がある。

【0013】

この様な事情に鑑みて本発明者等は先に、複列アンギュラ型玉軸受である転がり軸受ユニットを構成する1対の列の転動体(玉)の公転速度に基づいて、この転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重又はアキシアル荷重を測定する、転がり軸受ユニットの荷重測定装置に関する発明を行なった(特願2003-171715号、172483号)。この先発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、上記ラジアル荷重又はアキシアル荷重の作用方向が偏っていた場合に就いては特に考慮していない。従って、ラジアル荷重が、転がり軸受ユニットの軸方向に関して上記両列の中央部近傍に、アキシアル荷重がこの転がり軸受ユニットの中心部(中心軸)近傍に作用する場合を除いて、算出したラジアル荷重又はアキシアル荷重の値と、実際に作用するラジアル荷重又はアキシアル荷重の値との間に差が生じる。自動車等の移動体の運行の安定性確保を高次元で図る為には、この差を無視できなくなる可能性があり、この差を低減する技術の実現が望まれる。

【0014】

【特許文献1】特開2001-21577号公報

【特許文献2】特開平3-209016号公報

【特許文献3】特公昭62-3365号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、転がり軸受ユニットに加わるラジアル荷重又はアキシアル荷重の作用方向が偏っていた場合でも、この荷重の偏りが、この荷重の変動と各列の転動体の公転速度の変化量との関係に及ぼす影響を低減して、この荷重を精度良く測定できる転がり軸受ユニットの荷重測定装置を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、何れも、静止輪と、回転輪と、転動体と、少なくとも1対の公転速度検出用センサと、演算器とを備える。

このうちの静止輪は、使用時にも回転しない。

又、上記回転輪は、上記静止輪と同心に配置されて使用時に回転する。

又、上記転動体は、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ2列以上ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間にそれぞれ複数個ずつ、少なくとも1対の列同士の間で接触角の方向を互いに逆にして転動自在に設けられている。

又、上記各公転速度検出用センサは、接触角の方向が互いに異なる1対の列の転動体の公転速度をそれぞれ検出する。

又、上記演算器は、上記各公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する。

【0017】

そして、請求項1に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合には、上記各列の転動体の接触角を互いに異ならせる事により、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りが、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係に及ぼす影響を低減している。尚、上記接触角を互いに異ならせるのは、転がり軸受ユニットにアキシアル荷重や偏ったラジアル荷重が加わらない状態、即ち、この転がり軸受ユニットを組み立てたままの状態での事である。

又、請求項3に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合には、上記演算器は、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りに基づく、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係を表す式を組み込んでいる。そして、この式に基づいて上記荷重を算出する事で、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重の偏りが、この荷重の変動と上記各列の転動体の公転速度の変化量との関係に及ぼす影響を低減している。

【発明の効果】

【0018】

上述の様に構成する本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、ラジアル荷重が、転がり軸受ユニットの軸方向に関して両列の中央部近傍に作用しない場合、アキシアル荷重がこの転がり軸受ユニットの中心部（中心軸）近傍に作用しない場合でも、算出したラジアル荷重又はアキシアル荷重の値と、実際に作用するラジアル荷重又はアキシアル荷重の値との間に大きな差が生じない様にできる。この為、例えば自動車等の移動体の運行の安定性確保を、高次元で図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明を実施する場合に好ましくは、請求項2、4に記載した様に、回転輪を、軸方向外端部外周面に固設した回転側フランジに自動車の車輪を固定して、この車輪と共に回転するハブとする。

この様に構成すれば、VSC制御用の信号を得て、自動車の走行安定性確保を有効に図れる。

この場合で請求項1に記載した発明を実施する場合には、軸方向内側の列の転動体の接触角を、軸方向外側の列の転動体の接触角よりも大きくする。

【0020】

又、好ましくは、請求項5に記載した様に、静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪を外輪相当部材とし、他方の軌道輪を内輪相当部材とし、各転動体を玉とし、この内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角を付与する。

この様に構成すれば、荷重の変動に基づいて各列の転動体（玉）の公転速度を確実且つ顕著に変化させて、この公転速度に基づく荷重測定を効果的に行なえる。

【0021】

又、好ましくは、請求項6に記載した様に、演算器により、上記回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサから送り込まれる信号に基づいてこの回転輪の回転速度を求める。そして、各列の転動体の公転速度に関連する値とこの回転速度との比に基づいて、上記静止輪と上記回転輪との間に加わる荷重を算出する。

この様に構成すれば、上記回転輪の回転速度の変動に拘らず、上記荷重を正確に求められる。

【実施例】

【0022】

図1～5は、本発明の実施例を示している。本実施例は、自動車の従動輪（FR車、RR車、MD車の前輪、FF車の後輪）を支持する為の転がり軸受ユニットに加わる荷重（ラジアル荷重及びアキシアル荷重）を測定する為の転がり軸受ユニットの荷重測定装置に本発明を適用した場合に就いて示している。この転がり軸受ユニット自体の構成及び作用は、前述の図17に示した従来構造と同様であるから、同等部分には同一符号を付して重複する説明を省略若しくは簡略にし、以下、本例の特徴部分を中心に説明する。

【0023】

回転輪であり内輪相当部材であるハブ2の外周面に形成した、それぞれが回転側軌道である複列アンギュラ型の内輪軌道8、8と、静止輪であり外輪相当部材である外輪1の内周面に形成した、それぞれが静止側軌道である複列アンギュラ型の外輪軌道7、7との間

に、それぞれ転動体（玉）9 a、9 bを複列（2列）に分けて、各列毎にそれぞれ複数個ずつ、保持器21 a、21 bにより保持した状態で転動自在に設ける事により、上記外輪1の内径側に上記ハブ2を、回転自在に支持している。この状態で上記各列の転動体9 a、9 bには、互いに逆方向で、且つ、同じ大きさの接触角 α_a 、 α_b （図2）が付与されて、背面組み合わせ型の、複列アンギュラ型玉軸受を構成する。上記各列の転動体9 a、9 bには、使用時に加わるアキシャル荷重によって喪失する事がない程度に十分な予圧を付与している。この様な転がり軸受ユニットの使用時には、上記外輪1を懸架装置に支持固定し、上記ハブ2の回転側フランジ3に制動用のディスクと車輪のホイールとを支持固定する。

【0024】

上述の様な転がり軸受ユニットを構成する上記外輪1の軸方向中間部で上記複列の外輪軌道7、7の間部分に取付孔10 aを、この外輪1を径方向に貫通する状態で形成している。そして、この取付孔10 aにセンサユニット22を、上記外輪1の径方向外方から内方に挿通し、このセンサユニット22の先端部に設けた検出部23を、上記外輪1の内周面から突出させている。この検出部23には、1対の公転速度検出用センサ24 a、24 bと、1個の回転速度検出用センサ15 aとを設けている。

【0025】

このうちの各公転速度検出用センサ24 a、24 bは、上記複列に配置された転動体9 a、9 bの公転速度を測定する為のもので、上記検出部23のうち、上記ハブ2の軸方向（図1～2の左右方向）に関する両側面に、それぞれの検出面を配置している。本例の場合、上記各公転速度検出用センサ24 a、24 bは、上記複列に配置された各転動体9 a、9 bの公転速度を、前記各保持器21 a、21 bの回転速度として検出する。この為に本例の場合には、これら各保持器21 a、21 bを構成するリム部25、25を、互いに対向する側に配置している。そして、これら各リム部25、25の互いに対向する面に、それぞれが円輪状である公転速度検出用エンコーダ26 a、26 bを、全周に互り添着支持している。これら各エンコーダ26 a、26 bの被検出面の特性は、円周方向に関して交互に且つ等間隔で変化させて、上記各保持器21 a、21 bの回転速度を上記各公転速度検出用センサ24 a、24 bにより検出自在としている。

【0026】

この為に、これら各公転速度検出用センサ24 a、24 bの検出面を、上記各公転速度検出用エンコーダ26 a、26 bの被検出面である、互いに対向する面に近接対向させている。尚、これら各公転速度検出用エンコーダ26 a、26 bの被検出面と上記各公転速度検出用センサ24 a、24 bの検出面との距離（検出隙間）は、上記各保持器21 a、21 bのポケットの内面と上記各転動体9 a、9 bの転動面との間の隙間であるポケット隙間よりも大きく、2 mm以下とする事が好ましい。上記検出隙間がポケット隙間以下になると、上記各保持器21 a、21 bがこのポケット隙間分変位した場合に、上記被検出面と上記検出面とが擦れ合う可能性を生じる為、好ましくない。反対に、上記検出隙間が2 mmを越えると、上記各公転速度検出用センサ24 a、24 bにより上記各公転速度検出用エンコーダ26 a、26 bの回転を正確に測定する事が難しくなる。

【0027】

一方、前記回転速度検出用センサ15 aは、回転輪である前記ハブ2の回転速度を測定する為のもので、上記検出部23の先端面、即ち、上記外輪1の径方向内端面に、その検出面を配置している。又、上記ハブ2の中間部で前記複列の内輪軌道8、8同士の間、円筒状の回転速度検出用エンコーダ27を外嵌固定している。上記回転速度検出用センサ15 aの検出面は、この回転速度検出用エンコーダ27の被検出面である、外周面に対向させている。この回転速度検出用エンコーダ27の被検出面の特性は、円周方向に関して交互に且つ等間隔で変化させて、上記ハブ2の回転速度を上記回転速度検出用センサ15 aにより検出自在としている。上記回転速度検出用エンコーダ27の外周面と上記回転速度検出用センサ15 aの検出面との間の測定隙間に関しても、2 mm以下に抑える。

【0028】

尚、上記各エンコーダ 26 a、26 b、27 としては、従来から ABS や TCS の制御用の信号を得るべく、車輪の回転速度を検出する為に利用していた各種構造のものを使用できる。例えば、上記各エンコーダ 26 a、26 b、27 として、被検出面（側面又は外周面）に N 極と S 極とを交互に且つ等間隔に配置した、多極磁石製のものが、好ましく使用できる。但し、単なる磁性材製のエンコーダや、光学的特性を円周方向に互って交互に且つ等間隔に変化させたものも、（光学式の回転速度検出用センサと組み合わせる事で）使用可能である。

【0029】

本例の場合には、上記各公転速度検出用エンコーダ 26 a、26 b として、被検出面である軸方向側面に S 極と N 極とを交互に且つ等間隔で配置した、円輪状の永久磁石を使用している。この様な各公転速度検出用エンコーダ 26 a、26 b は、別途造られた上記各保持器 21 a、21 b のリム部 25、25 の側面に接着により結合固定したり、或はこれら各保持器 21 a、21 b を射出成形する際にキャビティ内に上記各公転速度検出用エンコーダ 26 a、26 b をセットしておく事で、インサート成形する。何れの方法を採用するかは、コスト及び要求される結合強度等に応じて選択する。

【0030】

又、何れも回転速度を検出するセンサである、上記各公転速度検出用センサ 24 a、24 b 及び上記回転速度検出用センサ 15 a としては、磁気式の回転速度検出用センサが、好ましく使用できる。又、この磁気式の回転速度検出用センサとしては、ホール素子、ホール IC、磁気抵抗素子（MR 素子、GMR 素子）、MI 素子等の磁気検出素子を組み込んだアクティブ型のものが、好ましく使用できる。この様な磁気検出素子を組み込んだアクティブ型の回転速度検出用センサを構成するには、例えば、この磁気検出素子の一側面を、直接又は磁性材製のステータを介して永久磁石の着磁方向一端面に突き当て（磁性材製のエンコーダを使用する場合）、上記磁気検出素子の他側面を、直接又は磁性材製のステータを介して、上記各エンコーダ 26 a、26 b、27 の被検出面に対向させる。尚、本例の場合、永久磁石製のエンコーダを使用するので、センサ側の永久磁石は不要である。

【0031】

本実施例の転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、上記各センサ 24 a、24 b、15 a の検出信号は、図示しない演算器に入力する。そして、この演算器が、これら各センサ 24 a、24 b、15 a から送り込まれる検出信号に基づいて、前記外輪 1 と前記ハブ 2 との間に加わるラジアル荷重とアキシャル荷重とのうちの一方又は双方の荷重を算出する。例えば、このラジアル荷重を求める場合に上記演算器は、上記各公転速度検出用センサ 24 a、24 b が検出する各列の転動体 9 a、9 b の公転速度の和（又は積）を求め、この和（又は積）と、上記回転速度検出用センサ 15 a が検出する上記ハブ 2 の回転速度（又は回転速度の二乗）との比に基づいて、上記ラジアル荷重を算出する。又、上記アキシャル荷重は、上記各公転速度検出用センサ 24 a、24 b が検出する各列の転動体 9 a、9 b の公転速度の差を求め、この差と、上記回転速度検出用センサ 15 a が検出する上記ハブ 2 の回転速度との比に基づいて算出する。

【0032】

特に、本実施例の場合には、次の (a) (b) のうちの一方又は双方の手段を採用する事により、上記外輪 1 と上記ハブ 2 との間に加わるラジアル荷重 F_z やアキシャル荷重 F_y の偏りが、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動と、上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ の変化量との関係に及ぼす影響を低減している。

(a) 上記各列の転動体 9 a、9 b の接触角 α_a 、 α_b を互いに異ならせる。

(b) 上記外輪 1 と上記ハブ 2 との間に加わるラジアル荷重 F_z やアキシャル荷重 F_y の偏りに基づく、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動と上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ の変化量との関係を表す式を組み込んで（式を組み込んだソフトウェアをマイクロコンピュータにインストールして）おき、この式に基づいて上記各荷重 F_z 、 F_y を算出する。

【0033】

これら各荷重 F_z 、 F_y の偏りが、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動と、上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ の変化量との関係に及ぼす影響を低減すべく、上記 (a) (b) のうち的一方又は双方の手段を採用する理由に就いて、図 4 ~ 12 を参照しつつ説明する。先ず初めに、図 4 に示す様に、上記各列の転動体 9 a、9 b の接触角 α_a 、 α_b が互いに同じであり、且つ、ラジアル荷重 F_z が上記各列の転動体 9 a、9 b の軸方向中央位置に、アキシアル荷重 F_y が上記ハブ 2 の中心軸（中心部）上に、それぞれ加わった状態、言い換えればこれら各荷重 F_z 、 F_y の偏りが存在しない場合に就いて説明する。

【0034】

上記図 4 は、前述の図 1 に示した車輪支持用の転がり軸受ユニットを模式化し、荷重の作用状態を示したものである。複列の内輪軌道 8、8 と複列の外輪軌道 7、7 との間に複列に配置された転動体 9 a、9 b には予圧 F_0 、 F_0 を付与している。又、使用時に上記転がり軸受ユニットには、車体の重量等により、ラジアル荷重 F_z が加わる。更に、旋回走行時に加わる遠心力等により、アキシアル荷重 F_y が加わる。これら予圧 F_0 、 F_0 、ラジアル荷重 F_z 、アキシアル荷重 F_y は、何れも上記各転動体 9 a、9 b の接触角 α （ α_a 、 α_b ）に影響を及ぼす。そして、この接触角 α_a 、 α_b が変化すると、これら各転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ が変化する。これら各転動体 9 a、9 b のピッチ円直径を D とし、これら各転動体 9 a、9 b の直径を d とし、上記各内輪軌道 8、8 を設けたハブ 2 の回転速度を n_i とし、上記各外輪軌道 7、7 を設けた外輪 1 の回転速度を n_o とすると、上記公転速度 ϵ は、次の (1) 式で表される。

$$\epsilon = \{1 - (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_i / 2)\} + \{1 + (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_o / 2)\} \quad \text{--- (1)}$$

【0035】

この (1) 式から明らかな通り、上記各転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ （ ϵ_a 、 ϵ_b ）は、これら各転動体 9 a、9 b の接触角 α （ α_a 、 α_b ）の変化に応じて変化するが、上述した様にこの接触角 α_a 、 α_b は、上記ラジアル荷重 F_z 及び上記アキシアル荷重 F_y に応じて変化する。従って上記公転速度 ϵ は、これらラジアル荷重 F_z 及びアキシアル荷重 F_y に応じて変化する。例えば、上記ラジアル荷重 F_z が一定であると仮定し、上記アキシアル荷重 F_y が前記ハブ 2 の中心軸上加わった場合には、図 5 に示す様に、このアキシアル荷重 F_y を支承する列の公転速度 ϵ_b は、同図に破線 b で示す様に、このアキシアル荷重 F_y が増大する程速くなる。これに対して、このアキシアル荷重 F_y を支承しない列の公転速度 ϵ_a は、同図に実線 a で示す様に、このアキシアル荷重 F_y が増大する程遅くなる。又、上記ラジアル荷重 F_z に関しては、図 6 に示す様に、大きくなる程上記各列の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が同じ様に遅くなる。従って、この公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b に基づいて、単なる加減計算と、ハブ 2 の回転速度 n_i との比率を求めると言った、単純な計算を行なうだけで、上記ラジアル荷重 F_z 及びアキシアル荷重 F_y を精度良く求められる事になる。

【0036】

但し、上記各公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の変化に結び付く上記接触角 α は、上記ラジアル荷重 F_z と上記アキシアル荷重 F_y とが互に関連しつつ変化するだけでなく、上記予圧 F_0 、 F_0 によっても変化する。又、上記公転速度 ϵ は、上記ハブ 2 の回転速度 n_i に比例して変化する。この為、これらラジアル荷重 F_z 、上記アキシアル荷重 F_y 、予圧 F_0 、 F_0 、ハブ 2 の回転速度 n_i を総て関連させて考えなければ、上記公転速度 ϵ を正確に求める事はできない。このうちの予圧 F_0 、 F_0 は、運転状態に応じて変化するものではないので、初期設定等によりその影響を排除する事は容易である。これに対して上記ラジアル荷重 F_z 、アキシアル荷重 F_y 、ハブ 2 の回転速度 n_i は、運転状態に応じて絶えず変化するの、初期設定等によりその影響を排除する事はできない。

【0037】

そこで、上記ラジアル荷重 F_z を求める場合には、前記各公転速度検出用センサ 24 a、24 b が検出する各列の転動体 9 a、9 b の公転速度の和（ $\epsilon_a + \epsilon_b$ ）（又は積）を求める事で、上記アキシアル荷重 F_y の影響を少なく抑えられる。又、アキシアル荷重 F

y を求める場合には、上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度の差 ($\epsilon_b - \epsilon_a$) を求める事で、上記ラジアル荷重 F_z の影響を少なく抑えられる。更に、何れの場合でも、上記和又は差と、前記回転速度検出用センサ 15 a が検出する上記ハブ 2 の回転速度 n_i との比に基づいて上記ラジアル荷重 F_z 又は上記アキシャル荷重 F_y を算出する事により、上記ハブ 2 の回転速度 n_i の影響を排除できる。

【0038】

尚、上記各公転速度検出用センサ 24 a、24 b の信号に基づいて上記ラジアル荷重 F_z とアキシャル荷重 F_y とのうちの一方又は双方の荷重を算出する方法は、他にも各種存在するが、この様な方法に就いては、前述の特願 2003-171715 号、172483 号に詳しく説明されているし、本発明の要旨とも関係しないので、詳しい説明は省略する。

【0039】

但し、何れの方法により何れの荷重を求めるにしても、上記アキシャル荷重 F_y の変動に基づいて、このアキシャル荷重 F_y を支承する列の公転速度 ϵ_b が変化する程度 $\Delta \epsilon_b$ と、このアキシャル荷重 F_y を支承しない列の公転速度 ϵ_a が変化する程度 $\Delta \epsilon_a$ とが互いに等しい ($|\Delta \epsilon_b| \div |\Delta \epsilon_a|$) 事が、上記アキシャル荷重 F_y を正確に求める為には必要である。又、上記ラジアル荷重 F_z の変動に伴って、上記各列の公転速度 ϵ_b 、 ϵ_a が同じ様に変化する事が、このラジアル荷重 F_z を正確に求める為には必要である。

【0040】

図 4 に示す様に、上記各荷重 F_z 、 F_y に偏りが存在しない場合には上記各条件を満たすが、これら各荷重 F_z 、 F_y の一方又は双方の荷重の作用方向に偏りが存在すると、そのままではこれら各荷重 F_z 、 F_y の算出値の誤差が大きくなる。

例えば、図 7 に示す様に、ラジアル荷重 F_z が両転動体 9 a、9 b 列の中央部近傍から外れた位置に、アキシャル荷重 F_y がこの転がり軸受ユニットのハブ 2 の中心部から外れた位置に、それぞれ加わる場合に就いて考える。例えば、車輪支持用の転がり軸受ユニットは、懸架装置設計の都合上、ラジアル荷重 F_z の作用方向を上記両転動体 9 a、9 b 列の中央部近傍に位置させられない場合がある。又、自動車の旋回走行時に車輪支持用の転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重 F_y は、タイヤの接地面（タイヤと路面との当接部分）から入力される。従って、懸架装置への転がり軸受ユニットの組み付け状態が理想的な場合でも、上記図 7 に示した状態は日常的に生じる。この様な状態では、上記各荷重 F_z 、 F_y に基づいて上記転がり軸受ユニットのハブ 2 に、モーメントが加わる。

【0041】

この様な場合に上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b は、上記各荷重 F_z 、 F_y の変動に伴って、図 8、9 に示す様に変化する。先ず、ラジアル荷重 F_z を一定としたままアキシャル荷重 F_y を変動させた場合は、図 8 に破線 b 及び実線 a で示す様に、このアキシャル荷重 F_y の増大に伴って、このアキシャル荷重 F_y を支承する列の公転速度 ϵ_b は速くなり、このアキシャル荷重 F_y を支承しない列の公転速度 ϵ_a は遅くなる。この傾向は、上記各荷重 F_z 、 F_y に偏りが存在しない場合と同様であるが、上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が変化する程度が、これら各列の転動体 9 a、9 b 同士の間で異なる（図 8 の破線 b と実線 a とで、傾斜の絶対値が異なる）。この様な場合には、単純な計算で上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度から上記アキシャル荷重 F_y を求めようとしても、誤差が大きくなる。

【0042】

又、上記ラジアル荷重 F_z に関しては、図 9 に破線 b 及び実線 a で示す様に、このラジアル荷重 F_z が大きくなる程上記各列の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が遅くなるが、遅くなる程度が異なる。この様な場合には、単純な計算で上記各列の転動体 9 a、9 b の公転速度から上記ラジアル荷重 F_z を求めようとしても、誤差が大きくなる。

【0043】

これに対して、前記(a)の様に、上記各列の転動体 9 a、9 b の接触角 α_a 、 α_b を互いに異ならせる事で、上記各荷重 F_z 、 F_y の一方又は双方の荷重の作用方向に偏りが存

在しても、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動に伴う、上記各列の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の変化の程度に大きな差が生じない様にできる。例えば、図 10 に示す様に、ラジアル荷重 F_z は両転動体 9a、9b 列の中央部近傍位置に、アキシアル荷重 F_y はこの転がり軸受ユニットの中心部から外れた位置に、それぞれ加わる場合に就いて考える。この場合でも、上記両転動体 9a、9b 列の接触角 α_a 、 α_b を互いに同じとすれば、上記各荷重 F_z 、 F_y と上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b との関係は、上述の図 8、9 と類似した傾向になる。従って、単純な計算で上記各荷重 F_z 、 F_y を正確に求める事はできない。

【0044】

これに対して、図 11～12 は、上記アキシアル荷重 F_y を支承する列の転動体 9b、9b の接触角 α_b を 50 度とし、同じく支承しない列の転動体 9a、9a の接触角 α_a を 60 度とした場合に於ける、上記各荷重 F_z 、 F_y と上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b との関係を、コンピュータシミュレーションにより求めた結果を示している。

【0045】

先ず、ラジアル荷重 F_z を一定としたままアキシアル荷重 F_y を変動させた場合は、図 11 に破線 b 及び実線 a で示す様に、このアキシアル荷重 F_y の増大に伴って、このアキシアル荷重 F_y を支承する列の公転速度 ϵ_b は速くなり、このアキシアル荷重 F_y を支承しない列の公転速度 ϵ_a は遅くなる。そして、このアキシアル荷重 F_y が極端に大きくなり、6860N (700ksf) を越えない限り、上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が変化する程度が、これら各列の転動体 9a、9b 同士の間で大きくは異ならない (図 11 の破線 b と実線 a とで、傾斜の絶対値がほぼ同じになる)。

【0046】

又、アキシアル荷重 F_y を加えずにラジアル荷重 F_z を変化させた場合には、図 12 に破線 b 及び実線 a で示す様に、このラジアル荷重 F_z の増大に伴って上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が小さくなる。これら各列の転動体 9a、9b の接触角 α_a 、 α_b が互いに異なるので、これら各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の絶対値は互いに異なるが、変化の傾向並びに変化の程度は互いに等しい。

【0047】

この様に、上記各列の転動体 9a、9b の接触角 α_a 、 α_b を互いに異ならせる事で、アキシアル荷重 F_y の作用方向に偏りが存在した場合でも、上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b が同じ様に変化する様にできる。そして、これら各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b に基づいて上記各荷重 F_y 、 F_z を、単純な計算で、必要な精度を確保して求められる。

以上の点に就いて、数式を用いて説明する。

【0048】

図 4、7、10 に示す様な転がり軸受ユニットに、アキシアル荷重 F_y 、及び、ラジアル荷重 F_z が作用した場合に於ける各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b は、影響係数 k_{ya} 、 k_{yb} 、 k_{za} 、 k_{zb} を用いる事で、それぞれ次の (2) (3) 式により表す事ができる。

$$\epsilon_a = k_{ya} \cdot F_y + k_{za} \cdot F_z \quad \text{--- (2)}$$

$$\epsilon_b = k_{yb} \cdot F_y + k_{zb} \cdot F_z \quad \text{--- (3)}$$

前述の図 5、6、8、9、11、12 に示した破線 b 及び実線 a の傾斜が上記各影響係数 k_{ya} 、 k_{yb} 、 k_{za} 、 k_{zb} となる。

【0049】

上記図 4 に示す様に、上記各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在せず、図 5、6 に示す様に破線 b と実線 a との傾斜の絶対値が互いに等しい場合、即ち、 $k_{ya} = -k_{yb}$ 、 $k_{za} = k_{zb}$ である場合には、これらの関係を上記 (2) 式に代入する事で、次の (4) 式を得られる。

$$\epsilon_a = -k_{yb} \cdot F_y + k_{zb} \cdot F_z \quad \text{--- (4)}$$

$$\epsilon_b = k_{yb} \cdot F_y + k_{zb} \cdot F_z \quad \text{--- (3)}$$

【0050】

更に、これら (3) (4) 式で表された、上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b を加減 (±) 計算して整理する事により、次の (5) (6) 式を得られる。

$$\epsilon_b - \epsilon_a = 2 k_{yb} \cdot F_y \Rightarrow F_y = (\epsilon_b - \epsilon_a) / 2 k_{yb} \quad \text{--- (5)}$$

$$\epsilon_b + \epsilon_a = 2 k_{zb} \cdot F_z \Rightarrow F_z = (\epsilon_b + \epsilon_a) / 2 k_{zb} \quad \text{--- (6)}$$

これら (5) (6) 式から明らかな通り、上記各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在しなければ、前述した先発明 (特願 2003-171715 号、172483 号) により、上記各荷重 F_y 、 F_z を正確に求められる。

【0051】

これに対して、前記図 7、10 に示す様に、上記各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在する場合は、「 $k_{ya} = -k_{yb}$ 」「 $k_{za} = k_{zb}$ 」なる関係は成立せず、従って、上記 (5) (6) 式も成立しない。これに対して、前記図 10 で説明した様に、前記各列の転動体 9a、9b の接触角 α_a 、 α_b を、互いに適切に異ならせれば、上記各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在した場合でも、上記「 $k_{ya} = -k_{yb}$ 」「 $k_{za} = k_{zb}$ 」なる関係を成立させる事ができる。例えば、前述の様に、上記アキシャル荷重 F_y を支承する列の転動体 9b、9b の接触角 α_b を 50 度とし、同じく支承しない列の転動体 9a、9a の接触角 α_a を 60 度とした場合、初期接触角 α_a 、 α_b が互いに異なる為、上記アキシャル荷重 F_y がゼロの場合に於ける上記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b は互いに異なるが、上記アキシャル荷重 F_y が付加された場合に於けるこれら各公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の変化特性 (ゲイン特性) は、上記各列で互いにほぼ等しくなる。従って、単純な加減計算により上記各荷重 F_y 、 F_z を求める場合に必要な影響係数に関する関係、即ち、「 $k_{ya} = -k_{yb}$ 」「 $k_{za} = k_{zb}$ 」なる関係を成立させる事ができる。

【0052】

尚、図 11 に示した様に、破線 b と実線 a とが、上記アキシャル荷重 F_y の測定範囲で交差した場合には、このアキシャル荷重 F_y を求められなくなる。従って、採用した接触角 α_a 、 α_b では、上記図 11 に示す様な交差が生じる場合には、何れかの線を平行移動する為の処理を行なう。例えば、図 11 に示した場合には、上記アキシャル荷重 F_y を支承しない列の転動体 9a、9a の公転速度 ϵ_a を求めた後、この公転速度 ϵ_a から所定の値を減じるか又は加える (図 11 の実線 a を、破線 b と交差しない位置にまで、同図の下方又は上方に平行移動させる) 操作を行なう必要がある。

以上の説明は、上記アキシャル荷重 F_y の作用方向に偏りが存在する場合を中心に説明した。自動車の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットにとって、上記アキシャル荷重 F_y の作用方向に偏りが存在する事は必然である為、この偏りに対する対策は特に重要になる。

これに対して、上記ラジアル荷重 F_z の作用方向の偏りは、懸架装置の設計によりなくす事ができる。但し、このラジアル荷重 F_z の作用方向の偏りが存在する場合でも、上記アキシャル荷重 F_y の作用方向に偏りが存在する場合と同様に、上記各列の転動体 9a、9b の接触角 α_a 、 α_b を、互いに適切に異ならせる事で、その影響を低減し、上記各荷重 F_y 、 F_z を正確に求める事ができる。

【0053】

又、これら各荷重 F_y 、 F_z の作用方向の偏りに拘らず、これら各荷重 F_y 、 F_z を正確に求める事は、前記 (b) の様に、これら各荷重 F_y 、 F_z を算出する為の演算器 (マイクロコンピュータ) 部分にインストールするソフトウェアによっても対応できる。この場合には、前記外輪 1 と前記ハブ 2 との間に加わるラジアル荷重 F_z やアキシャル荷重 F_y の偏りに基づく、これら各荷重 F_z 、 F_y の変動と前記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ の変化量との関係を表す式を、上記ソフトウェア中に組み込んでおく。そして、この式に基づいて上記各荷重 F_z 、 F_y を算出する。そこで、この式の求め方に就いて、以下に説明する。

【0054】

上記各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在しなければ、前記 (5) (6) 式により、これら各荷重 F_y 、 F_z を正確に求められる事、これら各荷重 F_y 、 F_z の作用方向に偏りが存在する場合は、「 $k_{ya} = -k_{yb}$ 」「 $k_{za} = k_{zb}$ 」なる関係は成立せず、従って、上記 (5) (6) 式も成立しない事は前述した通りである。ところで、下記に示す前記 (2) (3) 式として示した、影響係数方程式は、未知数が F_y と F_z との 2 つであるのに対して、方程式が 2 つ存在するので、解析的にこれら未知数 F_y 、 F_z を求める事ができる。

$$\epsilon_a = k_{ya} \cdot F_y + k_{za} \cdot F_z \quad \text{--- (2)}$$

$$\epsilon_b = k_{yb} \cdot F_y + k_{zb} \cdot F_z \quad \text{--- (3)}$$

【0055】

この事は、上記影響係数方程式が、アキシアル荷重 F_y やラジアル荷重 F_z の多項式で表される場合や、交互作用 ($F_y \times F_z$) を含む場合に就いても、基本的には解析的に未知数 F_y と F_z とを解ける事を意味する。1 例として、影響係数方程式がこれら F_y と F_z との一次方程式で表されている、上記 (2) (3) 式の解を求めると、次の (7) (8) 式になる。

$$F_y = (k_{zb} \cdot \epsilon_a - k_{za} \cdot \epsilon_b) / (k_{ya} \cdot k_{zb} - k_{za} \cdot k_{yb}) \quad \text{--- (7)}$$

$$F_z = -(k_{yb} \cdot \epsilon_a - k_{ya} \cdot \epsilon_b) / (k_{ya} \cdot k_{zb} - k_{za} \cdot k_{yb}) \quad \text{--- (8)}$$

これら (7) (8) 式から明らかな通り、上記各影響係数 k_{ya} 、 k_{yb} 、 k_{za} 、 k_{zb} を設計的に、或はコンピュータシミュレーション等による実験的に予め把握しておけば、前記各列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b を検出する事により、上記アキシアル荷重 F_y 及び上記ラジアル荷重 F_z を単独に (分離して) 算出できる。

【0056】

以上に述べた様に、予め求めた上記各影響係数 k_{ya} 、 k_{yb} 、 k_{za} 、 k_{zb} を含む、上記 (7) (8) 式を、上記アキシアル荷重 F_y 及び上記ラジアル荷重 F_z を算出する為の演算器に組み込んでおけば、これら両荷重 F_y 、 F_z 同士の相互影響を完全に排除できて、これら両荷重 F_y 、 F_z を演算上で分離して、正確に求められる。

【0057】

図 13～16 は、上述の様な、前記(b) の手段の有効性を確認する為に行なった、コンピュータシミュレーションの結果を示している。このシミュレーションは、前述の図 7 に示す様に、ラジアル荷重 F_z は両転動体 9a、9b 列の中央部近傍から外れた位置に、アキシアル荷重 F_y はこの転がり軸受ユニットの中心部から外れた位置に、それぞれ加わる場合で、両転動体 9a、9b 列の接触角 α_a 、 α_b を何れも 40 度として行なった。先ず、図 13 は、ラジアル荷重 F_z を -3000N 、 0N 、 $+3000\text{N}$ の 3 通りに変化させた場合に於ける、アキシアル荷重 F_y の計算を、両列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の差から求めた結果を示している。又、図 14 は、アキシアル荷重 F_y を、 -1000N 、 0N 、 $+1000\text{N}$ の 3 通りに変化させた場合に於ける、ラジアル荷重 F_z の計算を、両列の転動体 9a、9b の公転速度 ϵ_a 、 ϵ_b の和から求めた結果を示している。何れの場合でも、検出対象外の荷重が 0 の場合には正確な値を求められるが、対象外の荷重が存在すると、その影響 (クロストーク) で、計算値に大きな誤差が生じる。

これに対して、上記(b) の手段を採用した場合には、同じ条件で、図 15～16 に示す様な結果を得られ、クロストークの影響を受けずに、荷重を正確に求められる事が確認できた。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明は、実施例に示した様な、自動車の車輪を支持する転がり軸受ユニットに加わる荷重を測定する為の転がり軸受ユニットの荷重測定装置に限らず、工作機械、産業機械等、各種回転機械装置に作用する荷重 (ラジアル荷重及びアキシアル荷重) を求める為に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の実施例を示す、荷重測定用の回転検出装置を組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。

【図2】図1のA部拡大図。

【図3】保持器及び転動体と、エンコーダと、回転検出センサとを取り出して図2の上方から見た状態で示す模式図。

【図4】回転速度に基づいて荷重を測定できる理由を説明する為の、転がり軸受ユニットの模式図。

【図5】アキシャル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図6】ラジアル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図7】アキシャル荷重の作用方向に偏りが存在する状態を示す、図4と同様の図。

【図8】図7に示した状態で、アキシャル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図9】同じくラジアル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図10】アキシャル荷重及びラジアル荷重の作用方向に偏りが存在する状態で、各列の転動体の接触角を互いに異ならせた構造を示す、図4と同様の図。

【図11】図10に示した状態及び構造で、アキシャル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図12】同じくラジアル荷重と各列の転動体の公転速度との関係を示す線図。

【図13】アキシャル荷重及びラジアル荷重の作用方向に偏りが存在する状態で、単に公転速度の差からアキシャル荷重を求めた場合を示す線図。

【図14】同じく単に公転速度の和からラジアル荷重を求めた場合を示す線図。

【図15】アキシャル荷重及びラジアル荷重の作用方向に偏りが存在する状態で、影響係数を考慮した上で、公転速度の差からアキシャル荷重を求めた場合を示す線図。

【図16】同じく公転速度の和からラジアル荷重を求めた場合を示す線図。

【図17】従来から知られている、ラジアル荷重測定用のセンサを組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。

【図18】従来から知られている、アキシャル荷重測定用のセンサを組み込んだ転がり軸受ユニットの断面図。

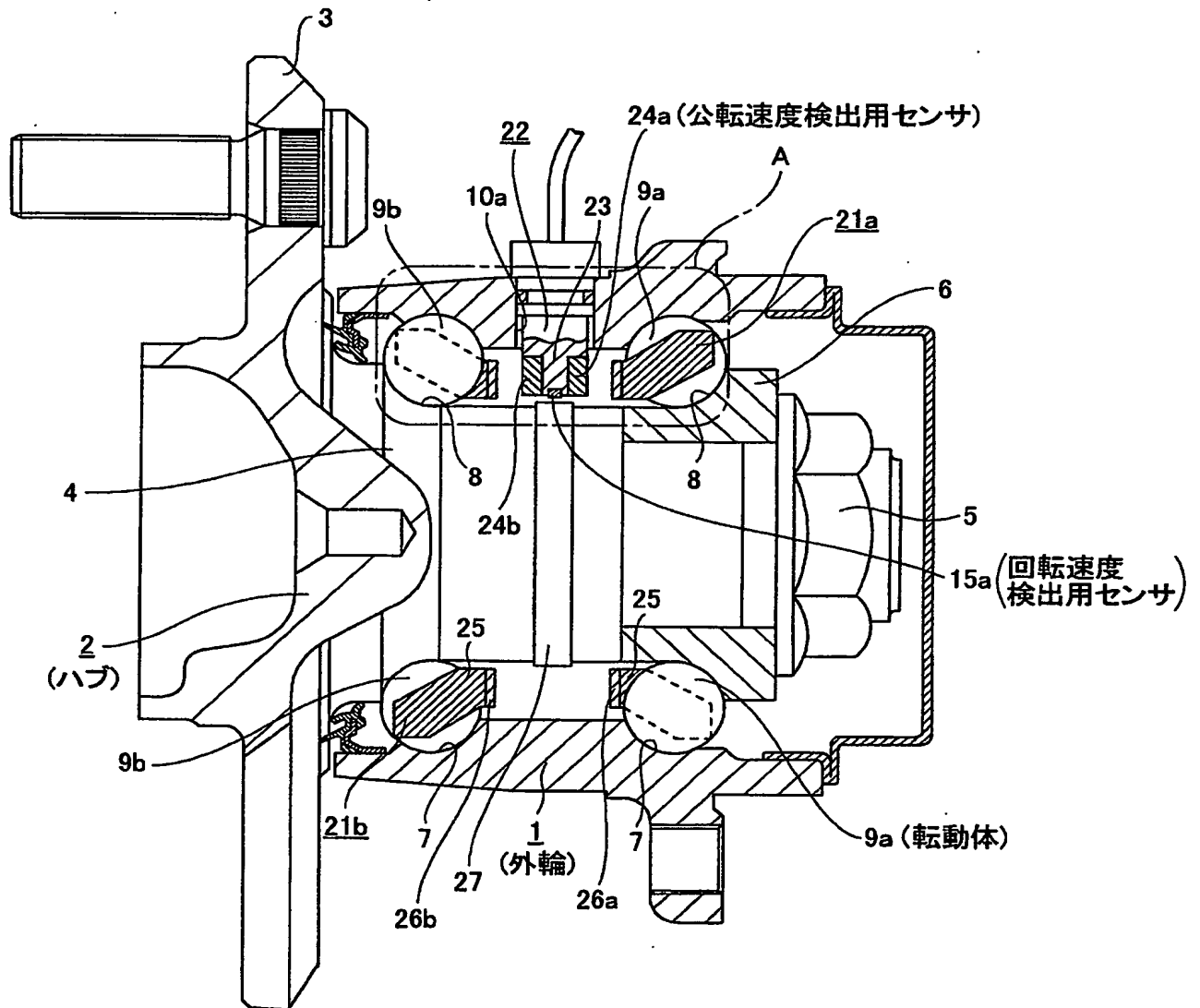
【符号の説明】

【0060】

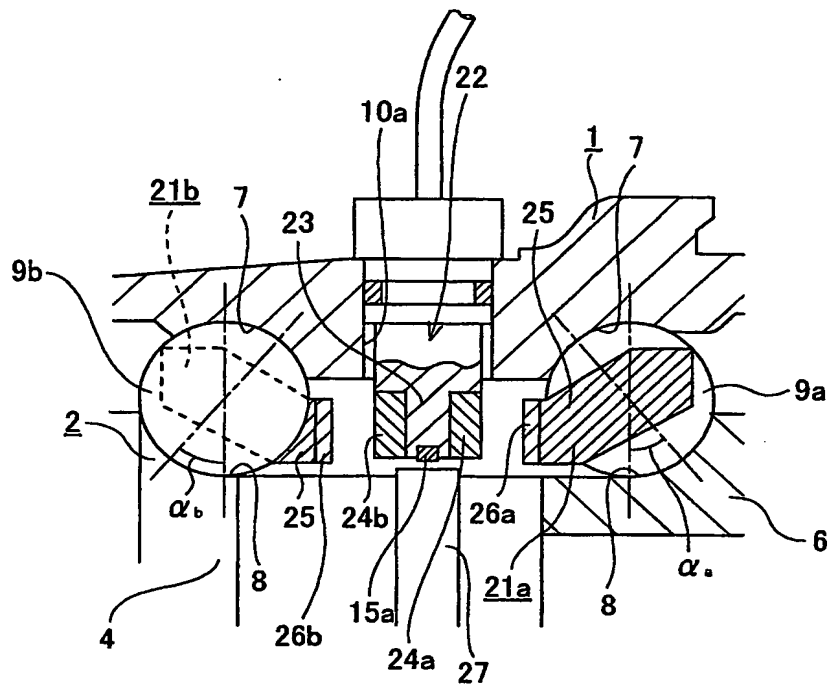
- 1、1 a 外輪
- 2、2 a ハブ
- 3、3 a 回転側フランジ
- 4 ハブ本体
- 5 ナット
- 6 内輪
- 7 外輪軌道
- 8 内輪軌道
- 9 a、9 b 転動体
- 10、10 a 取付孔
- 11 変位センサ
- 12 センサリング
- 13 センサロータ
- 14 カバー
- 15、15 a 回転速度検出センサ
- 16 ナックル
- 17 固定側フランジ
- 18 ボルト
- 19 ねじ孔

- 2 0 荷重センサ
- 2 1 a、2 1 b 保持器
- 2 2 センサユニット
- 2 3 検出部
- 2 4 a、2 4 b 公転速度検出用センサ
- 2 5 リム部
- 2 6 a、2 6 b 公転速度検出用エンコーダ
- 2 7 回転速度検出用エンコーダ

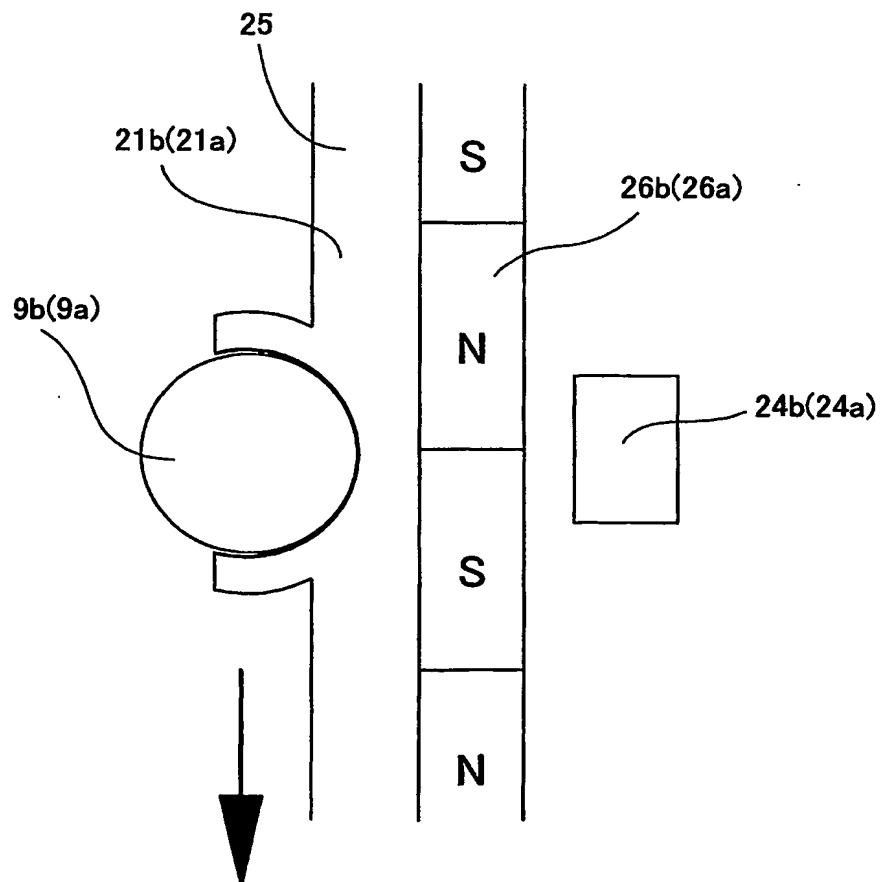
【書類名】 図面
【図 1】



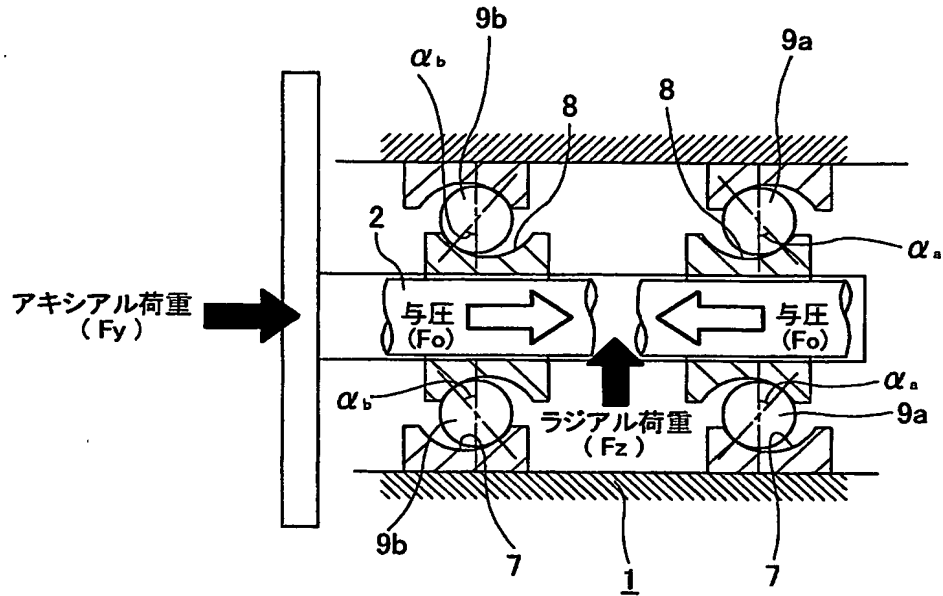
【図 2】



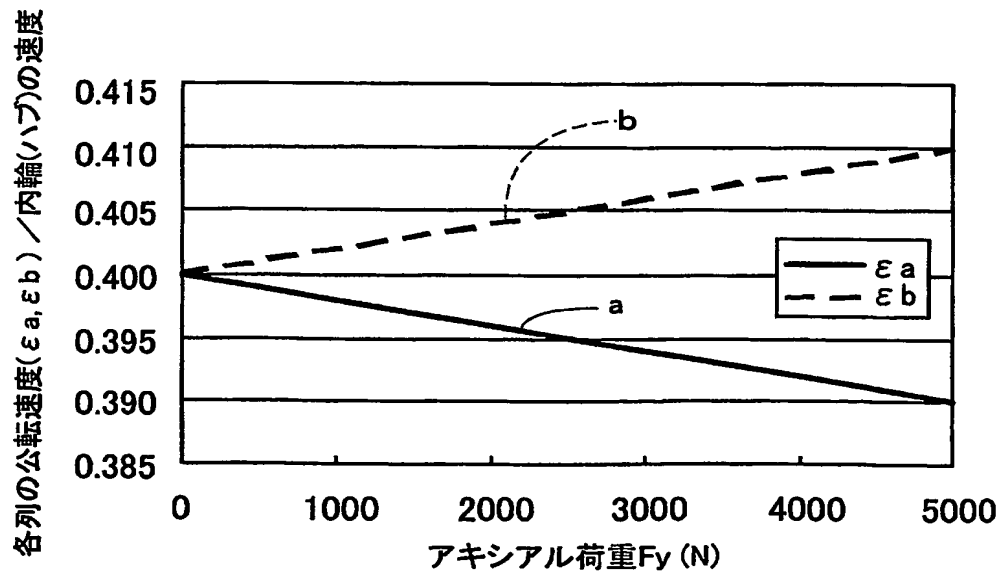
【図 3】



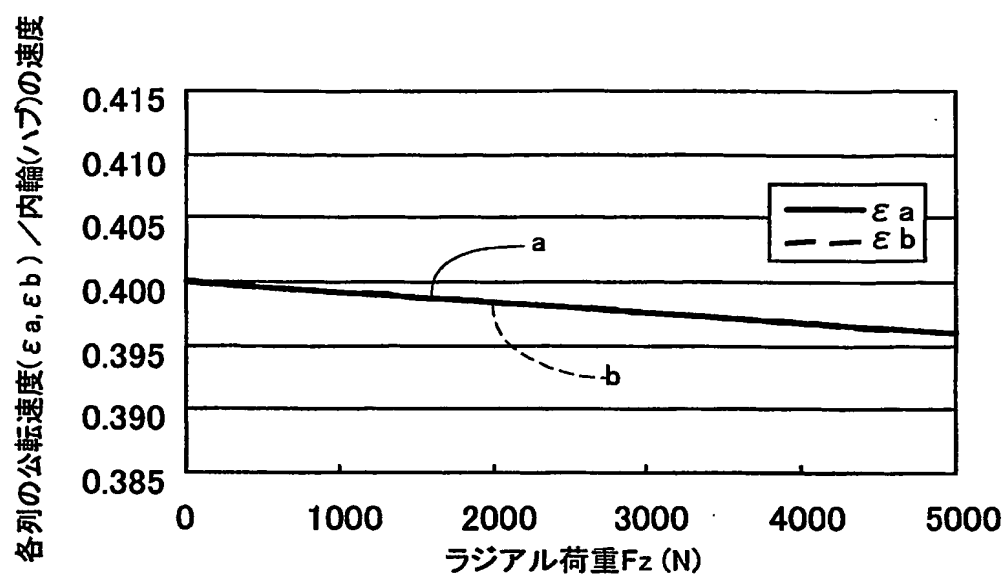
【図 4】



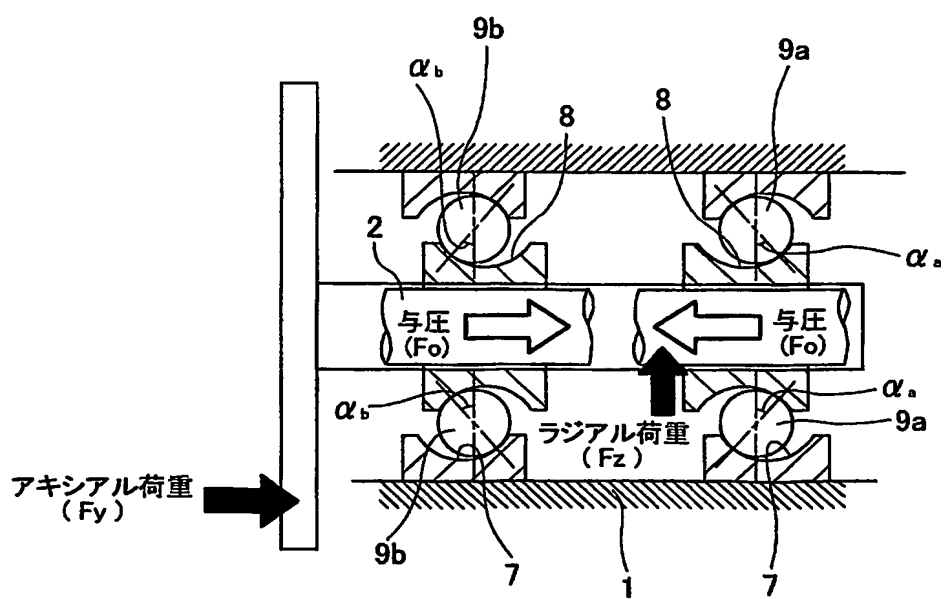
【図 5】



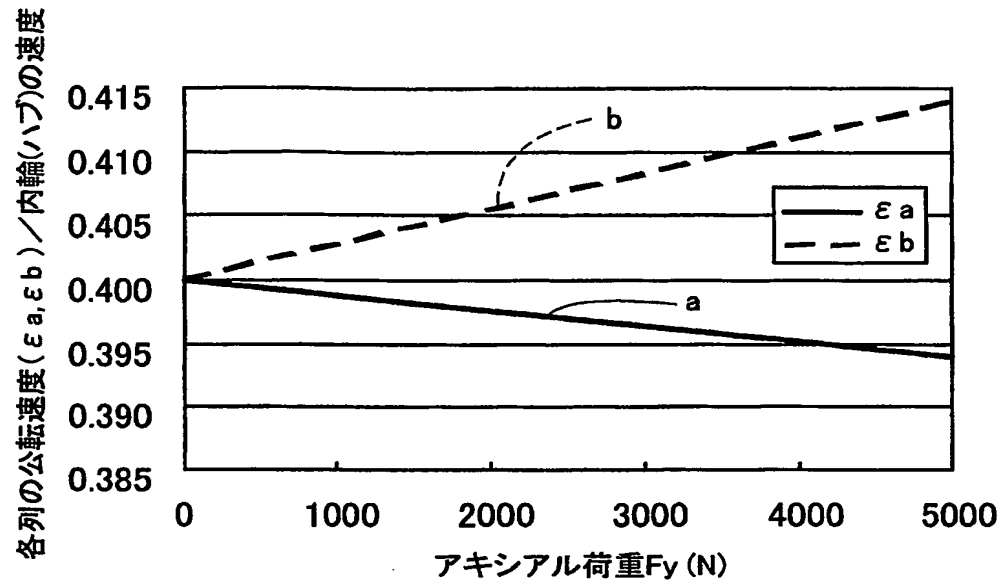
【図 6】



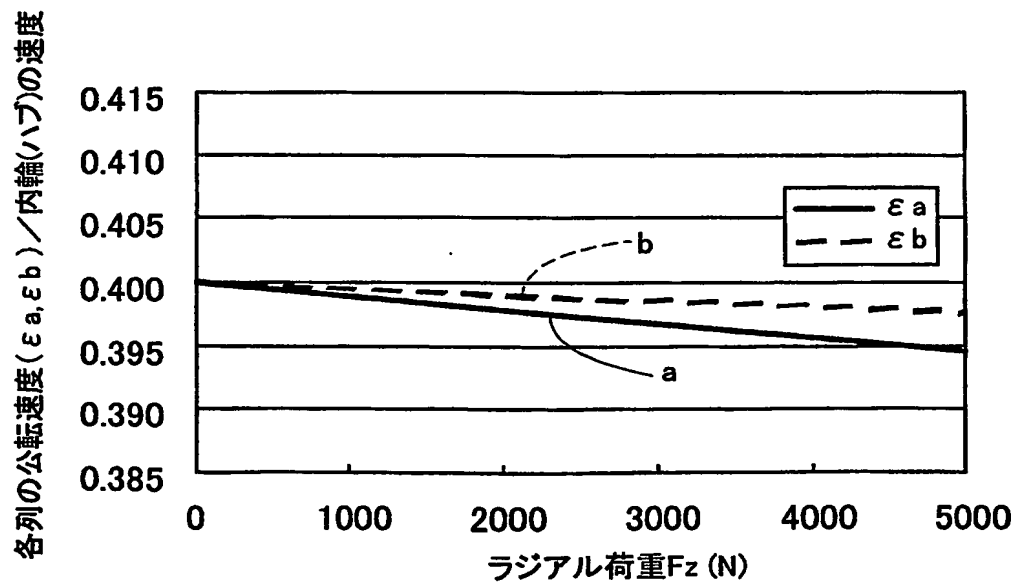
【図 7】



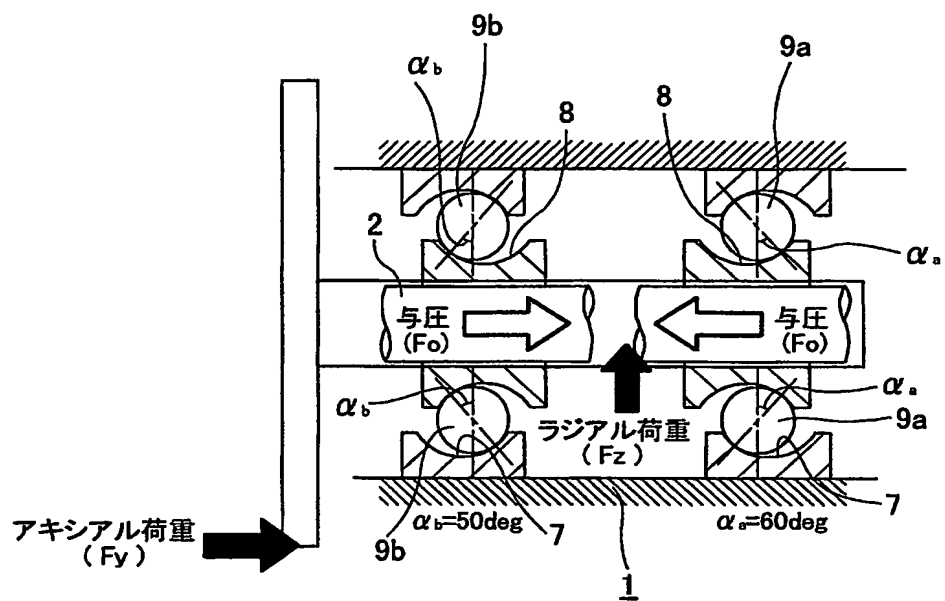
【図 8】



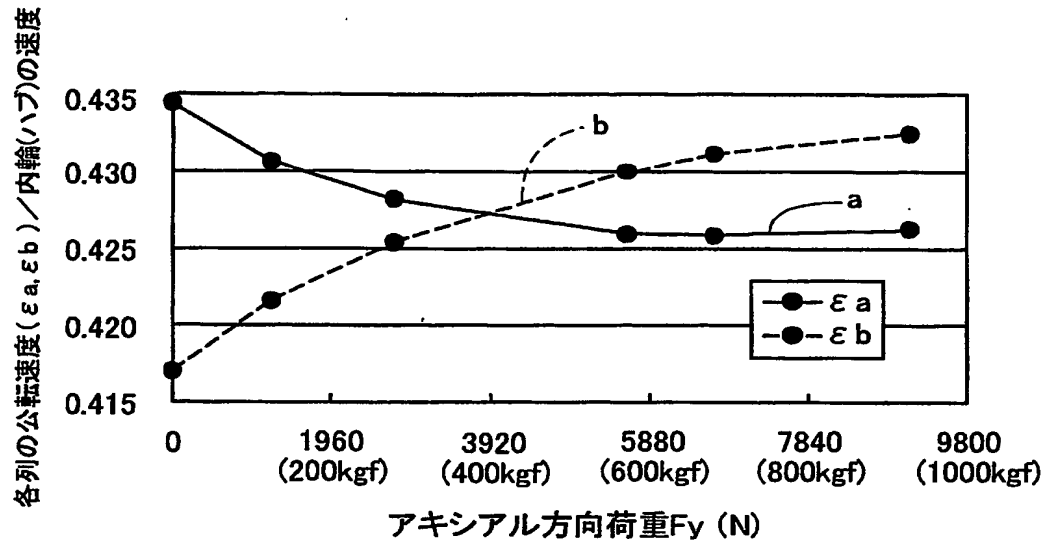
【図 9】



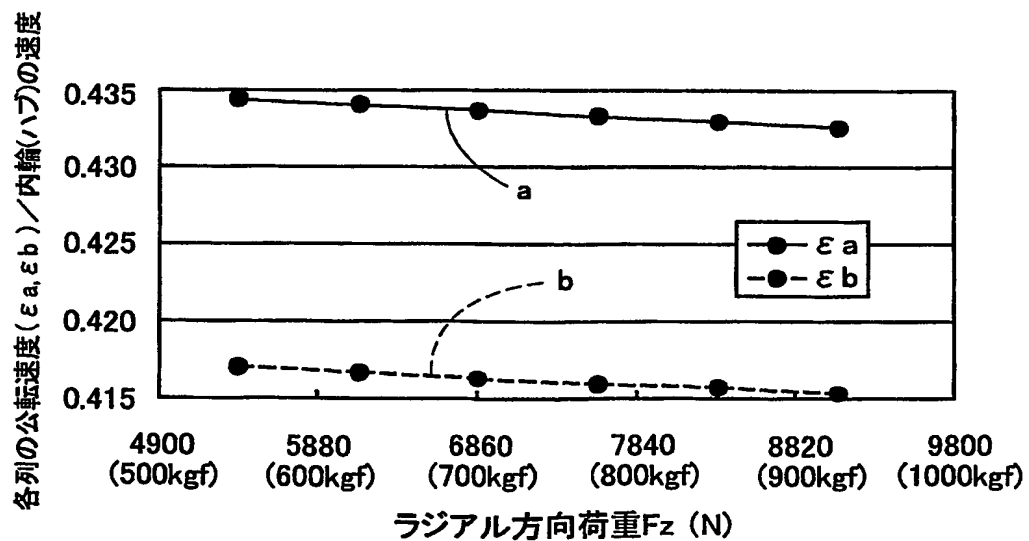
【図 10】



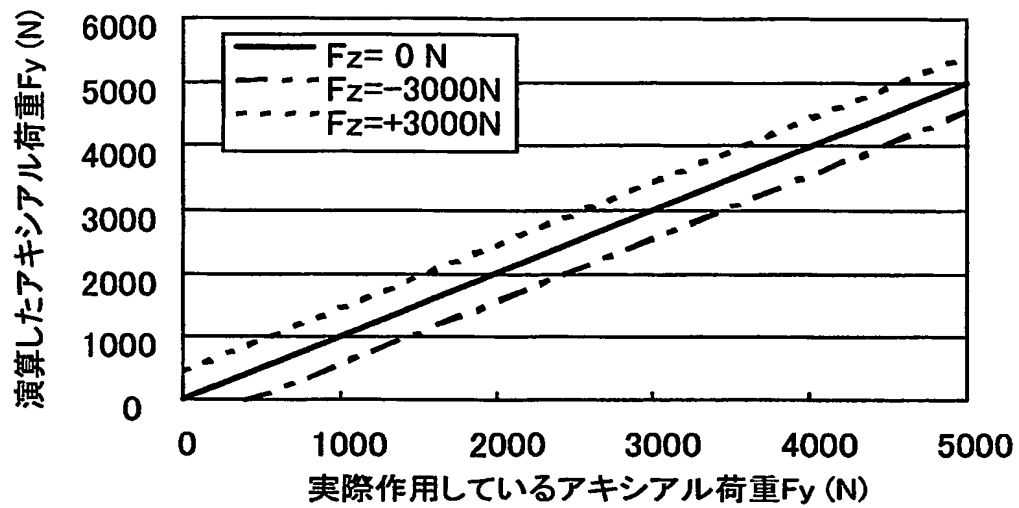
【図 1 1】



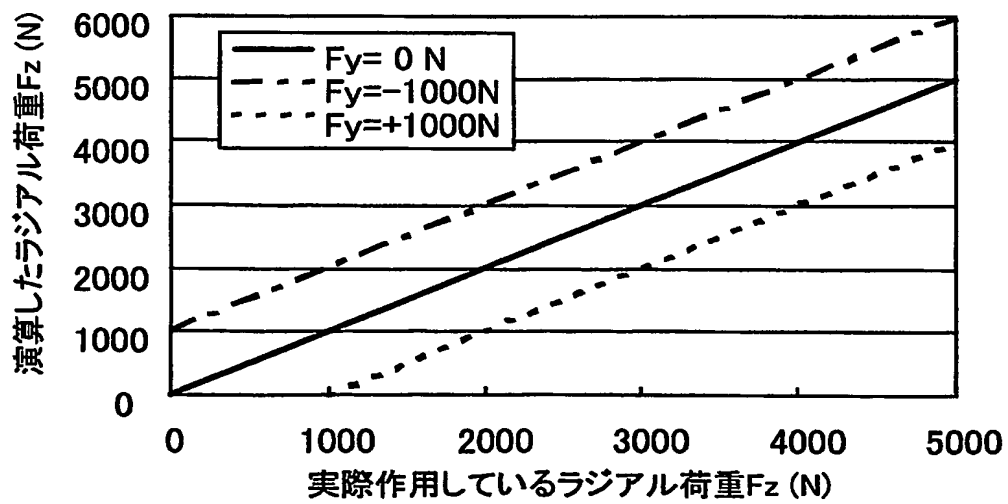
【図 1 2】



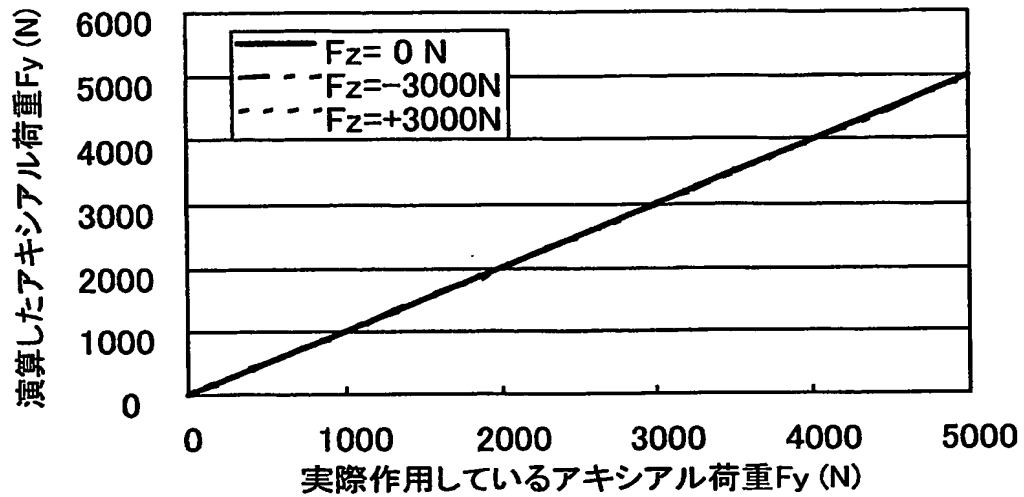
【図 13】



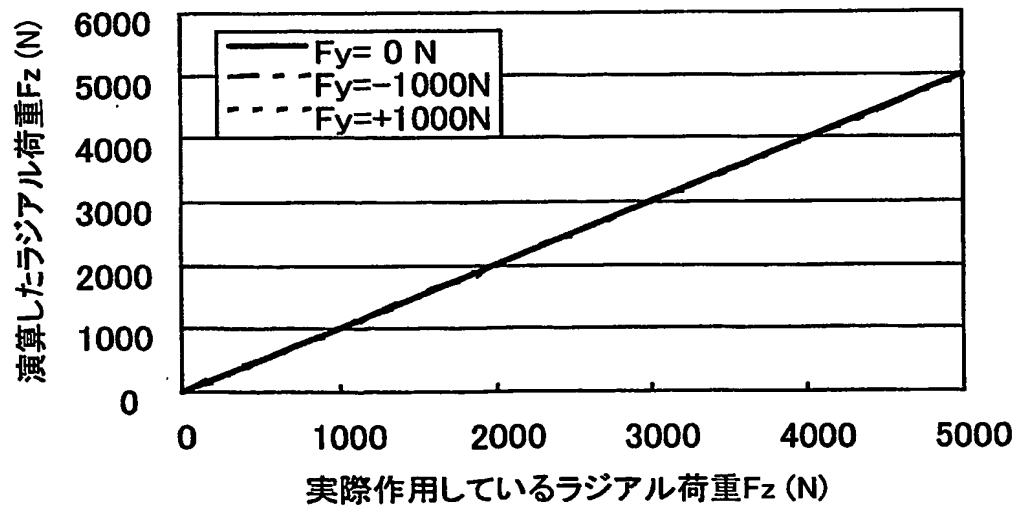
【図 14】



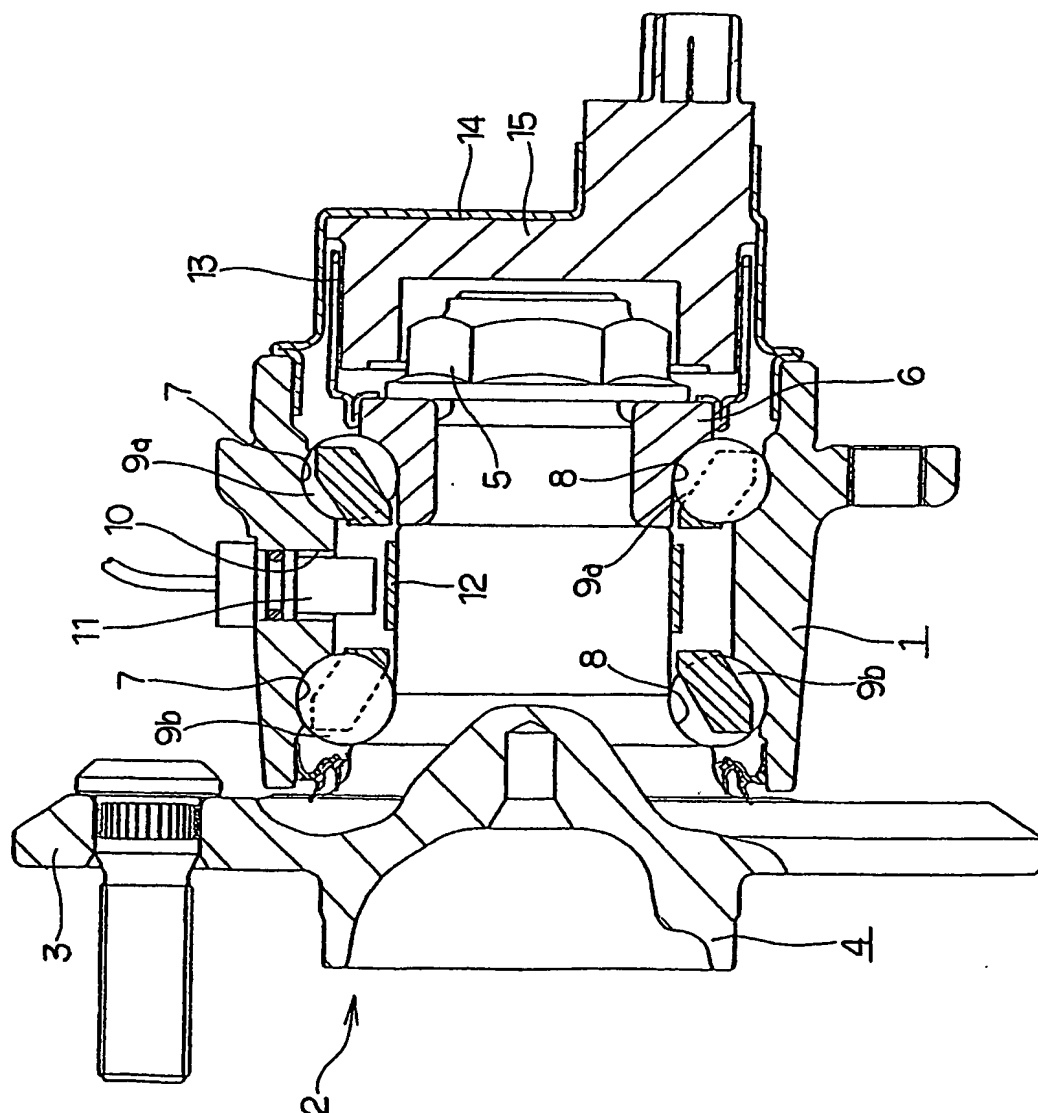
【図 15】



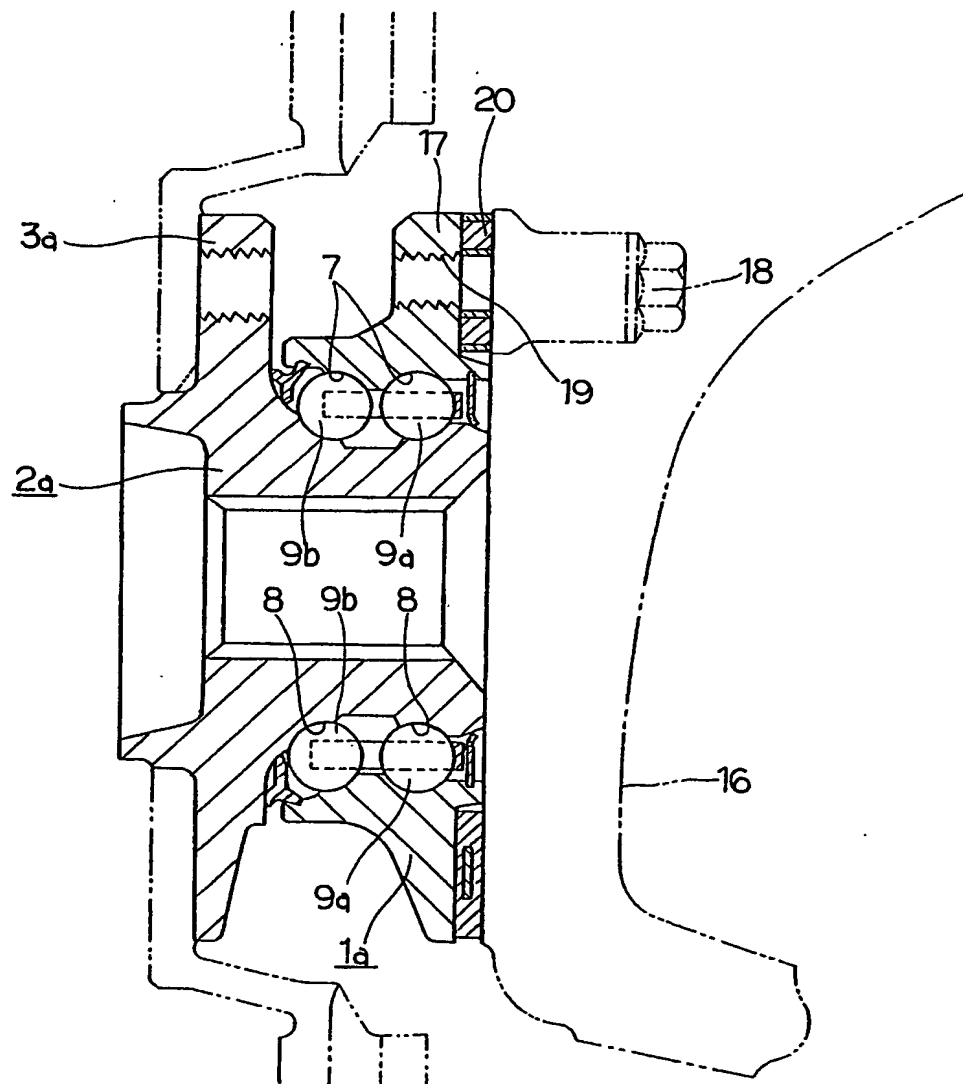
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 外輪 1 とハブ 2 との間に、アキシアル荷重やラジアル荷重が偏って加わった場合でも、これらアキシアル荷重やラジアル荷重を正確に求める。

【解決手段】 各列の転動体 9 a、9 b の公転速度を求め、この公転速度から上記アキシアル荷重やラジアル荷重を求める。これら各荷重の作用方向が偏った場合、この偏りに応じて、上記各列の転動体 9 a、9 b の接触角を異ならせたり、公転速度から上記各荷重を求める際に使用する影響係数の値を変える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 2 1 0 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 0 4]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号
氏 名	日本精工株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/012679

International filing date: 26 August 2004 (26.08.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-321049
Filing date: 12 September 2003 (12.09.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.